

## 地学教育に対する私見

### Personal view for education on Earth science

# 木村 龍治[1]

# Ryuji Kimura[1]

[1] 東大・海洋研・大気力学

[1] ORI Univ.of Tokyo

私たちは地球の上に生きているので、生活経験から、自然がいかなるものであるか、ある種のイメージをもっている。誰もが感じることは「自然界は複雑である」ということであろう。古来、自然のさまざまな側面について考察が行われた。ルネッサンスに始まる近代科学革命以降は、自然の観察から、さまざまな基礎科学が発達し、物理学、化学、生物学に分類された。物理学は自然現象の裏にある法則性に着目する。化学は、物質の離散・結合に着目する。生物学は生物の分類から始まって、生物の身体の構造、繁殖の仕組み、生活の仕方を体系的に扱おうとするものである。それらの学問の重要な発見に対し「ノーベル賞」が与えられる。高校の理科では、その3種類の基礎科学に宇宙・地球科学を加えて「理科」と称する。

学生は、学校の「理科」という学習科目によって自然科学を学ぶために、自然の理解に弊害が生じる。本来、すべてが関連している「自然世界」が、ばらばらにされて、一部の側面を強調して学ぶということになっているからである。学校は、自然の全体のバランスについて教えてくれない。

たとえば、物理学では、物理法則について学ぶ。物理法則はあまりに一般的な内容を表しているのだから、実在する自然を演繹することはできない。「地球科学」の目的は、実在する自然を理解することである。もともと実在する自然現象の観察から物理法則が発見されたのであるから、ある種の自然の側面は、物理法則でうまく説明できる。しかし、説明できない側面も多い。物理学が得意とするのは、特定の物理法則が支配的な現象である。天体の運動などは、その好例である。物理学が苦手とする問題は、1)多くの物理法則が関わって、ひとつの自然現象が実現するような場合である。たとえば、地球環境。2)現象が生成・消滅して、一過性のライフ・サイクルをたどるような場合。生物の進化、生物個体の発生・成長のような問題である。

化学的なアプローチも自然の一面しかわからない。その理由は、物質の運動の側面が化学で扱えないからである。化学工学では、「物質輸送論」という学問がある。プラントの中で、化学反応を伴って、攪拌・輸送などを行う場合の問題を扱う。同じようなことは、自然界でも行われているが、このような問題は物理学と化学に分離してしまった。

そこで、従来の「理科」を補って、自然認識に役立つような「地球科学」の発想が望まれる。その候補として、2つの点に着目してみたい。「自然の構造」と「自然の時間変化」という2つの側面をキーワードにして、すべての(実在する)自然現象を統一的に眺めてみようということである。

実在するすべての自然は100種あまりの原子と4つの力で構成される。原子は、普通、ばらばらに存在するのではなく、力によって結合され、自然界にはいろいろな構造が生まれる。その構造は、原子核から宇宙まで、さまざまな大きさがあるが、「大きさ」という概念を忘れると「構造をもつ」という点で共通している。次に、その構造にはどのようなものがあるのか、考察したくなる。

よくかき混ぜられた気体や液体は、比較的、均一である。そこで、「均一な構造」をユニットとする。岩石には単結晶の鉱物が混在していることが多い。それは「不均一構造」である。一般に、実在する物質は不均一であるが、不均一の度合いがさまざまである。不均一の中には、土壌のようなあまり組織化されない不均一もあれば、生物の身体のように、部分部分の機能が異なる組織構造をもつものもある。構造の中には、フラクタルのような、特定のスケールで特徴づけられないものもある。そのような構造がどのように生成されたのかという視点で、すべての自然を眺めることが可能である。

時間変化も、実在する自然の大きな特徴であろう。自然界のすべてが時間変化しなければ、そもそも、一方向性のある「時間」という概念は意味がない。自然の構造が変化することから、時間の概念が生まれた。この意味で「時間」は「構造」とリンクしている。時間変化には、時間的に状態が変化しないことも含まれる。すなわち、構造は、定常と非定常に分類される。非定常には、1)振動、2)一過性の変化(歴史)、3)ライフサイクル、4)カオスなど、いろいろの種類が考えられる。構造の出現・分解・消滅も時間変化の形である。

時間変化の性質と空間的な構造との間には類似点がある。空間的な構造の均一性は時間的な定常性と似ている。繰り返し模様は振動と似ている。フラクタルはカオスと似ている。このような点に着目して、すべての実在する自然を展望することにより、物理・化学・生物・地学という分類による理科から欠落した部分が補われると思う。